

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-312511

(43) 公開日 平成7年(1995)11月28日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 P 11/00		G		
C 0 4 B 35/495				
H 0 5 K 3/46		Q 6921-4E		
		T 6921-4E		
			C 0 4 B 35/ 00	J
			審査請求 未請求	請求項の数7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-105255

(22) 出願日 平成6年(1994)5月19日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 亀山 一郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子  
部品株式会社内

(72) 発明者 加藤 純一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 加賀田 博司

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 前田 弘 (外2名)

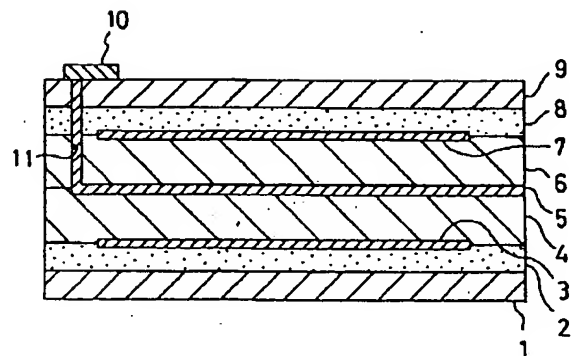
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロ波用多層複合基板およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 誘電体層と絶縁体層と間の接合性を高めることにより、焼成に起因する層間剥離及び基板の反りを防止し、これにより、品質の安定性及び信頼性が向上したマイクロ波用多層複合基板を実現する。

【構成】 マイクロ波用誘電体材料よりなる第1及び第2の誘電体層4、6とガラスセラミックス材料よりなる第1及び第2の絶縁体層1、9との間には第1及び第2の中間層2、8が介在している。第1及び第2の中間層2、8の組成は、マイクロ波用誘電体材料とガラスセラミックス材料との混合物、又はマイクロ波用誘電体材料とガラス粉末との混合物である。マイクロ波用誘電体材料としては、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、を主成分とする誘電体セラミックス材料や、少なくとも $\text{BaO}$ 、 $\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、を主成分とする材料にガラス粉末を添加した誘電体セラミックス材料などが挙げられる。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 比誘電率が15以上、1GHzにおける無負荷Q値が500以上、共振周波数の温度変化率の絶対値が50ppm/°C以下であるマイクロ波用誘電体材料よりなる誘電体層と、該誘電体層の両面側又は片面側に設けられた比誘電率が15以下の絶縁体材料よりなる絶縁体層と、前記誘電体層と前記絶縁体層との間に介在し、前記マイクロ波用誘電体材料の構成成分及び前記絶縁体材料の構成成分のうちの少なくとも1つを含む中間層材料よりなる中間層とからなるマイクロ波用多層複合基板。

【請求項2】 前記マイクロ波用誘電体材料は、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO及びNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を主成分とする誘電体セラミックス材料であることを特徴とする請求項1に記載のマイクロ波用多層複合基板。

【請求項3】 前記マイクロ波用誘電体材料は、BaO、Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>及びガラスを主成分とする誘電体セラミックス材料であることを特徴とする請求項1に記載のマイクロ波用多層複合基板。

【請求項4】 前記中間層材料は、請求項2又は3に記載の誘電体セラミックス材料と前記絶縁体材料との混合物であり、請求項2又は3に記載の誘電体セラミックス材料と前記絶縁体材料との混合重量比率は90:10～10:90の範囲内であることを特徴とする請求項1に記載のマイクロ波用多層複合基板。

【請求項5】 前記中間層材料は、請求項2又は3に記載の誘電体セラミックス材料と、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>又はBaOのいずれかを含有するガラス材料との混合物であり、請求項2又は3に記載の誘電体セラミックス材料と前記ガラス材料との混合重量比率は98:2～10:90の範囲内であることを特徴とする請求項1に記載のマイクロ波用多層複合基板。

【請求項6】 前記マイクロ波用誘電体材料はBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO及びNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を主成分とする誘電体セラミックス材料であり、前記中間層材料は前記誘電体セラミックス材料に0.5wt%～10wt%のZnOが添加された材料であることを特徴とする請求項1に記載のマイクロ波用多層複合基板。

【請求項7】 マイクロ波用誘電体材料よりなる第1のグリーンシート、比誘電率が15以下の絶縁体材料よりなる第2のグリーンシート、及び前記マイクロ波用誘電体材料の構成成分及び前記絶縁体材料の構成成分のうちの少なくとも1つを含む材料よりなる第3のグリーンシートをそれぞれ作製する工程と、前記第1のグリーンシートと導体材料のペーストとを用いて電極を内蔵した誘電体層を作製する工程と、前記誘電体層の片面側又は両面側に前記第3のグリーンシートを積層する工程と、前記第3のグリーン層の上に前記第2のグリーンシートを積層する工程と、前記誘電体層、第3のグリーンシート及び第2のグリーンシートよりなる複合積層体を熱圧着

及び焼成する工程とを備えていることを特徴とするマイクロ波用多層複合基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、共振器やフィルタを基板内部に内蔵したマイクロ波用多層複合基板およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、低温焼結マイクロ波用誘電体セラミックスの開発によって、使用できる導体金属として低抵抗であるAg、Cuなどの利用が可能となり、マイクロ波領域においても積層デバイス化が可能となった。

【0003】マイクロ波用多層複合基板は次のように作製されていた。すなわち、マイクロ波用誘電体グリーンシート上に前記導体金属のペーストを用いて電極パターンをスクリーン印刷した後、該印刷面上に同種のマイクロ波用誘電体グリーンシートを積層する。この工程を繰り返すことにより、共振器又はフィルタを構成する誘電体層を作製する。

【0004】次に、該誘電体層の片面又は両面に絶縁体層を積層した後、大気中又は低酸素雰囲気中において焼成を行ない、マイクロ波用多層複合基板を得る。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述した従来のマイクロ波用多層複合基板によると、焼成過程における両者間の収縮開始温度や最終収縮率の差異、又は冷却過程における両者間の熱膨張率の差異により、誘電体層と絶縁体層との間の接合部分で基板の反り又は層間剥離が生じ、品質の安定性及び信頼性が損なわれるという問題があった。

【0006】前記に鑑み、本発明は、誘電体層と絶縁体層と間の接合性を高めることにより、焼成に起因する層間剥離及び基板の反りを防止し、これにより、品質の安定性及び信頼性が向上したマイクロ波用多層複合基板及びその製造方法を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、請求項1の発明は、誘電体層と絶縁体層との間に、これら両層のうちの少なくとも1つと接合すると共にこれら両層間の収縮開始温度、最終収縮率及び熱膨張率の差異を緩和する中間層を設けるものであって、具体的には、マイクロ波用多層複合基板を、比誘電率が15以上、1GHzにおける無負荷Q値が500以上、共振周波数の温度変化率の絶対値が50ppm/°C以下であるマイクロ波用誘電体材料よりなる誘電体層と、該誘電体層の両面側又は片面側に設けられた比誘電率が15以下の絶縁体材料よりなる絶縁体層と、前記誘電体層と前記絶縁体層との間に介在し、前記マイクロ波用誘電体材料の構成成分及び前記絶縁体材料の構成成分のうちの少なくとも1つを含む中間層材料よりなる中間層とから構成

するものである。

【0008】請求項2の発明は、請求項1の構成に、前記誘電体材料は、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 及び $\text{Nb}_2\text{O}_5$ を主成分とする誘電体セラミックス材料であるという構成を付加するものである。

【0009】請求項3の発明は、請求項1の構成に、前記マイクロ波用誘電体材料は、 $\text{BaO}$ 、 $\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 及びガラスを主成分とする誘電体セラミックス材料であるという構成を付加するものである。

【0010】請求項4の発明は、請求項1の構成に、前記中間層材料は、請求項2又は3に記載の誘電体セラミックス材料と前記絶縁体材料との混合物であり、請求項2又は3に記載の誘電体セラミックス材料と前記絶縁体材料との混合重量比率は90:10~10:90の範囲内であるという構成を付加するものである。

【0011】請求項5の発明は、前記中間層材料は、請求項2又は3に記載の誘電体セラミックス材料と、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 又は $\text{BaO}$ のいずれかを含有するガラス材料との混合物であり、請求項2又は3に記載の誘電体セラミックス材料と前記ガラス材料との混合重量比率は98:2~10:90の範囲内であるという構成を付加するものである。

【0012】請求項6の発明は、前記マイクロ波用誘電体材料は $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 及び $\text{Nb}_2\text{O}_5$ を主成分とする誘電体セラミックス材料であり、前記中間層材料は前記誘電体セラミックス材料に0.5wt%~10wt%の $\text{ZnO}$ が添加された材料であるという構成を付加するものである。

【0013】請求項7の発明は、請求項1の発明に係るマイクロ波用多層複合基板の製造方法であって、マイクロ波用誘電体材料よりなる第1のグリーンシート、比誘電率が15以下の絶縁体材料よりなる第2のグリーンシート、及び前記マイクロ波用誘電体材料の構成成分及び前記絶縁体材料の構成成分のうちの少なくとも1つを含む材料よりなる第3のグリーンシートをそれぞれ作製する工程と、前記第1のグリーンシートと導体材料よりなるペーストとを用いて電極を内蔵した誘電体層を作製する工程と、前記誘電体層の片面側又は両面側に前記第3のグリーンシートを積層する工程と、前記第3のグリーン層の上に前記第2のグリーンシートを積層する工程と、前記誘電体層、第3のグリーンシート及び第2のグリーンシートよりなる複合積層体を熱圧着及び焼成する工程とを備えている構成である。

【0014】

【作用】請求項1の構成により、誘電体層と絶縁体層との間に、誘電体層を形成するマイクロ波用誘電体材料の構成成分及び絶縁体層を形成する絶縁体材料の構成成分のうちの少なくとも1つを含む中間層が介在しているため、中間層に含まれる成分のうち誘電体層又は絶縁体層に含まれる成分と同一の成分が接合界面で反応する。

【0015】また、誘電体層と絶縁体層との間の収縮開始温度、最終収縮率及び熱膨張率などの差異は中間層が介在することによって緩和される。

【0016】請求項2の構成により、マイクロ波用誘電体材料が $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 及び $\text{Nb}_2\text{O}_5$ を主成分とする誘電体セラミックス材料であるため、焼結温度が1050℃以下、比誘電率が15以上、1GHzにおける無負荷Q値が500以上、共振周波数の温度変化率の絶対値が50ppm/℃以下であるマイクロ波用誘電体材料を確実に得ることができる。

【0017】請求項3の構成により、マイクロ波用誘電体材料が $\text{BaO}$ 、 $\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 及びガラスを主成分とする誘電体セラミックス材料であるため、焼結温度が1050℃以下、比誘電率が15以上、1GHzにおける無負荷Q値が500以上、共振周波数の温度変化率の絶対値が50ppm/℃以下であるマイクロ波用誘電体材料を確実に得ることができる。

【0018】請求項4の構成により、中間層材料は請求項2又は3に記載の誘電体セラミックス材料と前記絶縁体材料との混合物であり、前者と後者との混合重量比率が90:10~10:90の範囲内であるため、誘電体層と中間層との接合性及び絶縁体層と中間層との接合性がそれぞれ向上すると共に、誘電体層と絶縁体層との間の収縮開始温度、最終収縮率及び熱膨張率などの差異は中間層によって確実に緩和される。

【0019】請求項5の構成により、中間層材料は請求項2又は3に記載の誘電体セラミックス材料と、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 又は $\text{BaO}$ のいずれかを含有するガラス材料との混合物であり、前者と後者との混合重量比率が98:2~10:90の範囲内であるため、誘電体層と中間層との接合性及び絶縁体層と中間層との接合性がそれぞれ向上すると共に、誘電体層と絶縁体層との間の収縮開始温度、最終収縮率及び熱膨張率などの差異は中間層によって確実に緩和される。

【0020】請求項6の構成により、マイクロ波用誘電体材料は $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 及び $\text{Nb}_2\text{O}_5$ を主成分とする誘電体セラミックス材料であり、中間層材料は前記誘電体セラミックス材料に0.5wt%~10wt%の $\text{ZnO}$ が添加された材料であるため、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ と $\text{ZnO}$ とは低融点化合物を形成し、液相焼結を促進するため、特に誘電体層と中間層との接合性が向上すると共に、誘電体層と絶縁体層との間の収縮開始温度、最終収縮率及び熱膨張率などの差異は中間層によって確実に緩和される。

【0021】請求項7の構成により、マイクロ波用誘電体材料よりなる第1のグリーンシートと導体材料よりなる誘電体層の片面側又は両面側に、マイクロ波用誘電体材料の構成成分及び絶縁体材料の構成成分のうちの少なくとも1つの成分を含む材料よりなる第3のグリーンシートを積層した後、該第3のグリーン層の上に比誘電率

が15以下の絶縁体材料よりなる第2のグリーンシートを積層するため、誘電体層と絶縁体層との間に、誘電体層を形成するマイクロ波用誘電体材料の構成成分及び絶縁体層を形成する絶縁体材料の構成成分のうちの少なくとも1つの成分を含む中間層を介在させることができる。

#### 【0022】

【実施例】以下、本発明に係るマイクロ波用多層複合基板の一実施例について説明する。図1は本発明に係るマイクロ波用多層複合基板の断面構造を示しており、同図に示すように、第1の絶縁層1の上に、第1の中間層2、第1の誘電体層3、第1の誘電体層4、第2の誘電体層5、第2の誘電体層6、第3の誘電体層7、第2の中間層8及び第2の絶縁層9が順次形成され、第2の絶縁層9の上に形成された表面電極10は第2の誘電体層5に接続されている。本発明に係るマイクロ波用多層複合基板は、共振器又はフィルタ部分となる第1及び第2の誘電体層4、6の上下面に第1及び第2の中間層2、8を介して第1及び第2の絶縁層1、9が積層された多層複合構造である。すなわち、第1及び第2の誘電体層4、6と第1及び第2の絶縁層1、9とは直接に接触せずに、第1及び第2の中間層2、8を介して積層されている。尚、第2の誘電体層5と表面電極10との接続は、グリーンシートにパンチング等により形成したスルーホール11に導体ペーストを充填することにより実現した。

【0023】以下、本発明に係るマイクロ波用多層複合基板の製造方法の実施例について説明する。

【0024】（実施例1）まず、第1及び第2の誘電体層4、6を形成するためのマイクロ波用誘電体材料について説明する。

【0025】 $\text{Bi}_2\text{O}_3$  : 63.7wt%、 $\text{CaCO}_3$  : 12.2wt%、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  : 24.1wt%となるように調製した粉末に $\text{CuO}$ を0.5wt%添加した後、良く混合する。以下においては、前記組成のマイクロ波用誘電体材料を第1の誘電体材料と称する。第1の誘電体材料を900℃で焼成して得られる焼結体の特性は、比誘電率 $\epsilon_r = 58$ 、無負荷 $Q = 650$  (3.8 GHz)、共振周波数の温度特性 $\tau_r = +23 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ であった。

【0026】その後、第1の誘電体材料の混合粉末に有機バインダ、溶剤及び可塑剤を加え、混合してスラリー\*

を得た後、該スラリーをドクターブレード法により、0.1～0.3mmの厚さの第1のグリーンシートに成膜する。

【0027】次に、第1及び第2の絶縁層1、9を形成するための絶縁体材料について説明する。

【0028】絶縁体材料としては、 $\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系のガラス粉末とフィラーとしての $\text{Al}_2\text{O}_3$ との混合比率が50:50 (wt%)であるガラスセラミックを用いる。以下においては、前記組成の絶縁体材料を第1の絶縁体材料と称する。第1の絶縁体材料を前記と同様にして、ドクターブレード法により0.1～0.3mmの厚さの第2のグリーンシートを作製した。第1の絶縁体材料を900℃で焼成して得られる焼結体の特性は、比誘電率7、無負荷 $Q = 1300$  (5.0 GHz)、共振周波数の温度特性 $\tau_r = -40 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 、抗折強度2500 ( $\text{kg/cm}^2$ )であった。尚、絶縁体材料のとしては、ガラスセラミック以外にコージュライト系セラミック、ムライト系セラミック、フォルステライト系セラミックなどが挙げられるが、比誘電率が15以下で、800～1050℃で焼成できるものであれば特にその種類は問わない。

【0029】次に、第1及び第2の中間層2、8を形成する中間層材料について説明する。第1の誘電体材料と第1の絶縁体材料との混合組成（以下、第1の中間層材料と称する。）、第1の誘電体材料とガラスとの混合組成（以下、第2の中間層材料と称する。）、及び第1の誘電体材料に $\text{ZnO}$ を添加した組成（以下、第3の中間層材料と称する。）からなるグリーンシートをそれぞれ用いた。混合比率は、第1の中間層材料及び第2の中間層材料については、それぞれ（表1）、（表2）に示す通りであり、第2の中間層材料については、添加したガラスの組成系も示した。また、それぞれのグリーンシートにシート番号（C-1～C-7、D-1～D-11）を表示した。第3の中間層材料については、第1の誘電体材料に対して $\text{ZnO}$ を0.1wt%、0.5wt%、5wt%、10wt%及び20wt%ずつ添加した（シート番号は順にE-1からE-5とする。）。グリーンシートとしては、前記と同様にドクターブレード法により、シート厚さ0.1～0.3mmのものを作製した。

#### 【0030】

##### 【表1】

	第1の中間層のシート番号						
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7
第1の誘電体材料 (wt%)	95	90	80	50	20	10	5
第1の絶縁体材料 (wt%)	5	10	20	50	80	90	95

#### 【0031】

##### 【表2】

第2の中間層 の シート番号	ガラス組成系	混合比率 (wt%)	
		第1の誘電体 材料	ガラス
D-1	$PbO-B_2O_3-SiO_2$	99	1
D-2	$PbO-B_2O_3-SiO_2$	98	2
D-3	$PbO-B_2O_3-SiO_2$	50	50
D-4	$PbO-B_2O_3-SiO_2$	10	90
D-5	$PbO-B_2O_3-SiO_2$	5	95
D-6	$B_2O_3-SiO_2$	90	10
D-7	$B_2O_3-SiO_2$	50	50
D-8	$B_2O_3-SiO_2$	10	90
D-9	$BaO-B_2O_3-SiO_2$	90	10
D-10	$BaO-B_2O_3-SiO_2$	50	50
D-11	$BaO-B_2O_3-SiO_2$	10	90

【0032】次に、第1、第2及び第3の導体層3、

5、7を形成する導体金属について説明する。導体金属としては、低抵抗であるAg及びCuの金属を選んだ。尚、スルーホール及び表面電極の導体金属も、マイクロ波領域では低抵抗であるAg、Cuが望ましい。前記の導体金属をビヒクルと混練してペースト化した。尚、導体金属がCuの場合にはCuOペーストを用いた。この導体ペーストを用いて、第1のグリーンシートが複数枚積層されてなる誘電体層と、第2のグリーンシートからなる絶縁体層とに、それぞれ所定の導体配線パターンを印刷した。そして、これらの導体パターンが印刷されたグリーンシートの他に、中間層としてシート番号：C-1～C-7、D-1～D-11及びE-1～E-5の中から選ばれる1種類のグリーンシートを用いて、図1に示した順に重ね、プレス内において温度60℃、圧力50MPaで2分間加圧して積層体を得た。

【0033】その後、積層体を空気中において700℃の温度下で熱処理をしてバインダを飛散させた。さらに、Agペーストを用いた場合には空気中において900℃の温度下で2時間で焼成し、CuOペーストを用いた場合にはN<sub>2</sub>中において熱処理を行なって導体をCuに還元した後、N<sub>2</sub>中において900℃の温度下で2時間で焼成して、それぞれ、マイクロ波用多層複合基板を得た。

【0034】以上の工程より作製したマイクロ波用多層複合基板について、基板の反り及び層間剥離を調べた結果を(表3)に示す。

【0035】

【表3】

試料 番号	中間層の シート番号	評 価	
		接合状態	判 定
1	C-1	全面剥離・反り	×
2	C-2	接合良	○
3	C-3	接合良	○
4	C-4	接合良	○
5	C-5	接合良	○
6	C-6	接合良	○
7	C-7	部分剥離・反り	×
8	D-1	部分剥離	×
9	D-2	接合良	○
10	D-3	接合良	○
11	D-4	接合良	○
12	D-5	反り	×
13	D-6	接合良	○
14	D-7	接合良	○
15	D-8	接合良	○
16	D-9	接合良	○
17	D-10	接合良	○
18	D-11	接合良	○
19	E-1	全面剥離・反り	×
20	E-2	接合良	○
21	E-3	接合良	○
22	E-4	接合良	○
23	E-5'	部分剥離	×

【0036】(比較例1)比較のために、前記の第1及び第2の中間層2、8が介在しない以外は、実施例1と同様の構造を有する積層体を、実施例1と同じグリーンシートを用いて作製したが、この積層体は誘電体層と絶縁体層との界面で全面剥離し、接合は不可能であった。

【0037】以上の結果から分かるように、実施例1に係るマイクロ波用多層複合基板は、基板の反り及び層間剥離が極めて有効に防止されており、著しい改善効果があった。特に、第1誘電体材料とガラスとの混合組成により中間層を形成した場合には、極めて接合性の高い基板が得られた。尚、Ag、CuOのいずれの導体ペーストを用いても同じ結果となった。

【0038】(実施例2)誘電体層を与えるマイクロ波用誘電体材料として、 $\text{BaO}-\text{TiO}_2-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{Sm}_2\text{O}_3-\text{Bi}_2\text{O}_3$ 系粉末:90wt%と、 $\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系ガラス:10wt%からなる混合粉末(以下、第2の誘電体材料と称する。)を用いて、実施例1と同様に、ドクターブレード法より、0.1~0.3mmの厚さの第3のグリーンシートを作製した。第2の誘電体材料を900℃において焼成して得られる焼結体の特性は、比誘電率 $\epsilon_r=55$ 、無負荷 $Q=630$ (3.9GHz)、共振周波数の温度特性 $\tau_r=11\text{ppm}/^\circ\text{C}$ であった。

【0039】絶縁体層は、実施例1と同様に、第1の絶縁材料により作製した第2のグリーンシートを用いた。

【0040】中間層としては、第2の誘電体材料と第1\*

	第4の中間層のシート番号						
	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7
第2の誘電体材料(wt%)	95	90	80	50	20	10	5
第1の絶縁体材料(wt%)	5	10	20	50	80	90	95

【0042】

【表5】

第5の中間層のシート番号	ガラス組成系	混合比率(wt%)	
		第1の誘電体材料	ガラス
G-1	$\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$	98	2
G-2	$\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$	95	5
G-3	$\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$	50	50
G-4	$\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$	10	90
G-5	$\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$	5	95
G-6	$\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$	90	10
G-7	$\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$	50	50
G-8	$\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$	10	90
G-9	$\text{BaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$	90	10
G-10	$\text{BaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$	50	50
G-11	$\text{BaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$	10	90

【0043】次に、Ag又はCuOの導体ペーストを用いて、第3のグリーンシートが複数枚積層されてなる誘電体層と、第2のグリーンシートからなる絶縁体層とに、それぞれ所定の導体配線パターンを印刷した。そして、これらの導体パターンが印刷されたグリーンシートの他に、中間層としてシート番号:F-1~F-7、G-1~G-11の中から選ばれる1種類のグリーンシートを用いて、実施例1と同様、図1に示した順に積層した。その後、実施例1と同じ条件で加圧及び焼成を行なう、マイクロ波用多層複合基板を得た。これらのマイクロ波用多層複合基板について、基板の反り及び層間剥離を調べた結果を(表6)に示す。

【0044】

【表6】

\*の絶縁体材料との混合組成(以下、第4の中間層材料と称する。)、第2の誘電体材料とガラスとの混合組成(以下、第5の中間層材料と称する。)からなるグリーンシートをそれぞれ用いた。混合比率は、第4の中間層材料については(表4)に示し、第5の中間層材料については(表5)に示した。第5の中間層材料については、添加したガラスの組成系も示した。また、各グリーンシートに、シート番号(F-1~F-7、G-1~G-11)を表示した。尚、各グリーンシートは、実施例1と同様にドクターブレード法により、シート厚さ0.1~0.3mmのものを作製した。

【0041】

【表4】

20

試料番号	中間層のシート番号	評 価	
		接合状態	判 定
24	F-1	部分剥離	×
25	F-2	接合良	○
26	F-3	接合良	○
27	F-4	接合良	○
28	F-5	接合良	○
29	F-6	接合良	○
30	F-7	部分剥離・反り	×
31	G-1	部分剥離	×
32	G-2	接合良	○
33	G-3	接合良	○
34	G-4	接合良	○
35	G-5	反り	×
36	G-6	接合良	○
37	G-7	接合良	○
38	G-8	接合良	○
39	G-9	接合良	○
40	G-10	接合良	○
41	G-11	接合良	○

30

40

【0045】(比較例2)比較のために、実施例2に係る中間層が介在しない以外は実施例2と同様の構造を有する積層体を、実施例2と同じグリーンシートを用いて作製したが、この積層体は誘電体層と絶縁体層との界面で部分剥離した。

【0046】以上の結果から分かるように、実施例2に係るマイクロ波用多層複合基板は、基板の反り及び層間剥離が極めて有効に防止されており、著しい改善効果があった。特に、第2の誘電体層形成材料とガラスとの混合組成を中間層として用いた場合、極めて接合性の高い基板が得られた。尚、Ag、CuOのいずれの導体ペーストを用いても同じ結果となった。

50

【0047】

【発明の効果】請求項1の発明に係るマイクロ波用多層複合基板によると、誘電体層と絶縁体層との間に、誘電体層を形成するマイクロ波用誘電体材料の構成成分及び絶縁体層を形成する絶縁体材料の構成成分のうちの少なくとも1つを含む中間層が介在しているため、前記少なくとも1つの成分が接合界面において反応するので中間層と誘電体層又は絶縁体層との接合性が向上すると共に、誘電体層と絶縁体層との間の収縮開始温度、最終収縮率及び熱膨張率などの差異は中間層によって緩和されるので基板の反り及び層間剥離が生じ難くなるので、高品質のマイクロ波用多層複合基板を簡易且つ確実に実現できる。

【0048】請求項2の発明に係るマイクロ波用多層複合基板によると、マイクロ波用誘電体材料が $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 及び $\text{Nb}_2\text{O}_5$ を主成分とする誘電体セラミックス材料であるため、焼結温度が $1050^\circ\text{C}$ 以下、比誘電率が15以上、 $1\text{GHz}$ における無負荷 $Q$ 値が500以上、共振周波数の温度変化率の絶対値が $50\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であるマイクロ波用誘電体材料を確実に得ることができる。

【0049】請求項3の発明に係るマイクロ波用多層複合基板によると、マイクロ波用誘電体材料が $\text{BaO}$ 、 $\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 及びガラスを主成分とする誘電体セラミックス材料であるため、焼結温度が $1050^\circ\text{C}$ 以下、比誘電率が15以上、 $1\text{GHz}$ における無負荷 $Q$ 値が500以上、共振周波数の温度変化率の絶対値が $50\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であるマイクロ波用誘電体材料を確実に得ることができる。

【0050】請求項4の発明に係るマイクロ波用多層複合基板によると、中間層材料は請求項2又は3に記載の誘電体セラミックス材料と絶縁体材料との混合物であるため、誘電体層と絶縁体層との接合性が向上すると共に、基板の反り及び層間剥離は一層生じ難くなるので、一層高品質のマイクロ波用多層複合基板を簡易且つ確実に実現できる。

【0051】請求項5の発明に係るマイクロ波用多層複合基板によると、中間層材料は請求項2又は3に記載の

誘電体セラミックス材料と、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 又は $\text{BaO}$ のいずれかを含有するガラス材料との混合物であるため、誘電体層と絶縁体層との接合性が向上すると共に、基板の反り及び層間剥離は一層生じ難くなるので、一層高品質のマイクロ波用多層複合基板を簡易且つ確実に実現できる。

【0052】請求項6の発明に係るマイクロ波用多層複合基板によると、マイクロ波用誘電体材料は $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 及び $\text{Nb}_2\text{O}_5$ を主成分とする誘電体セラミックス材料であり、中間層材料は前記誘電体セラミックス材料に $0.5\text{wt}\% \sim 10\text{wt}\%$ の $\text{ZnO}$ が添加された材料であるため、誘電体層と絶縁体層との接合性が向上すると共に、基板の反り及び層間剥離は一層生じ難くなるので、一層高品質のマイクロ波用多層複合基板を簡易且つ確実に実現できる。

【0053】請求項7の発明に係るマイクロ波用多層複合基板によると、誘電体層と絶縁体層との間に、誘電体層を形成するマイクロ波用誘電体材料の構成成分及び絶縁体層を形成する絶縁体材料の構成成分のうちの少なくとも1つを含む中間層を介在させることができるので、請求項1の発明に係るマイクロ波用多層複合基板を確実に製造することができる。

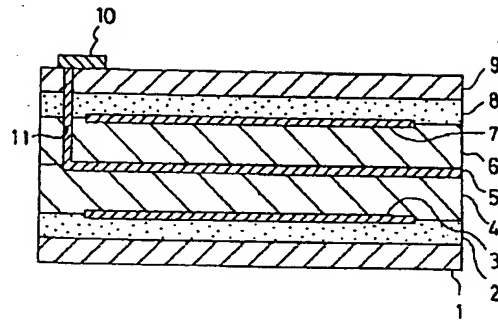
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るマイクロ波用多層複合基板の断面図である。

【符号の説明】

- 1 第1の絶縁体層
- 2 第1の中間層
- 3 第1の導体層
- 4 第1の誘電体層
- 5 第2の導体層
- 6 第2の誘電体層
- 7 第3の導体層
- 8 第2の中間層
- 9 第2の絶縁体層
- 10 表面電極
- 11 スルーホール

【図1】



---

フロントページの続き

(72)発明者 井上 竜也

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**